

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-120541

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

F04B 43/04
// B06B 1/06

(21)Application number : 2001-322276

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 19.10.2001

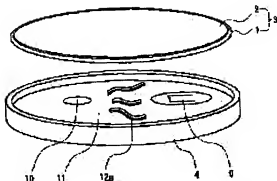
(72)Inventor : IMADA KATSUMI
KOMATSU ATSUSHI

(54) SMALL PUMP AND DRIVE METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the deterioration of flow rate characteristic by inclusion of bubbles in a pump chamber in a small pump equipped with a diaphragm.

SOLUTION: A general drive signal for performing a general pump operation and a drive signal higher in frequency than it are applied to a piezoelectric element constituting the diaphragm. According to this, the bubbles included in the pump chamber are dissolved in a solution or discharged out of the pump to improve the deterioration of the flow rate characteristic of the pump by the inclusion of bubbles, and the operation of a high-performance small pump with high bubble resistance is realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-120541

(P 2 0 0 3 - 1 2 0 5 4 1 A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード (参考)

F04B 43/04

F04B 43/04

B 3H077

// B06B 1/06

B06B 1/06

A 5D107

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全13頁)

(21) 出願番号 特願2001-322276(P 2001-322276)

(22) 出願日 平成13年10月19日 (2001.10.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 今田 勝巳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 小松 敦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナー

ズ

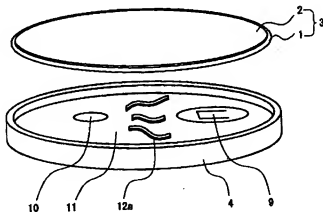
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 小型ポンプ及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 ダイアフラムを備える小型ポンプにおいて、ポンプ室内に気泡が混入することによる流量特性の劣化を改善する。

【解決手段】 ダイアフラムを構成する圧電素子に、通常のポンプ動作を行なうための通常駆動信号と、これより高周波数の駆動信号とを印加する。これにより、ポンプ室内に混入した気泡を液中に溶解したり、ポンプ外に排出したりする事ができ、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を改善し、耐気泡性の高い高性能な小型ポンプの運転を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、

前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、

前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプを駆動する方法であって、

前記吸込弁より液体を前記ポンプ室内に導入し、前記吐出弁より排出するように前記ダイアフラムを往復運動させるための通常駆動信号と、これより高周波数の駆動信号とを前記圧電素子に印加することを特徴とする小型ポンプの駆動方法。

【請求項2】 前記通常駆動信号と、これより高周波数の駆動信号とを交互に印加することを特徴とする請求項1に記載の小型ポンプの駆動方法。

【請求項3】 前記通常駆動信号と、これより高周波数の駆動信号とを重畳させた駆動信号を印加することを特徴とする請求項1に記載の小型ポンプの駆動方法。

【請求項4】 前記通常駆動信号より高周波数の駆動信号の周波数が、前記ダイアフラムの高次共振周波数にほぼ一致することを特徴とする請求項1に記載の小型ポンプの駆動方法。

【請求項5】 圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、

前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、

前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、

更に、前記ポンプ室内の内壁面の少なくとも一部に突起体を備えることを特徴とする小型ポンプ。

【請求項6】 前記突起体は、前記ポンプ室内の液体の旋回が低減されるように設けられていることを特徴とする請求項5に記載の小型ポンプ。

【請求項7】 圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、更に、前記小型ポンプに液体が流入する吸込口と、前記小型ポンプから液体が流出する吐出口と、前記吸込口と前記吸込弁との間の吸込室と、前記吐出口と前記吐出弁との間の吐出室と、前記吸込弁と前記吸込室との間に設けられた微孔を有するフィルタとを有し、前記吸込室と前記吐出室とが貫通孔により接続されていることを特徴とする小型ポンプ。

【請求項8】 前記ダイアフラムの往復運動により前記ポンプ室内の液体が加圧及び減圧されたとき、前記吸込室内の気泡が前記フィルタを通過しないように、前記フ

ィルタの前記微孔の径が設定されていることを特徴とする請求項7に記載の小型ポンプ。

【請求項9】 圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、前記ポンプ室内の内壁面の少なくとも一部が室素吸着材からなることを特徴とする小型ポンプ。

【請求項10】 圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、前記ポンプ室の壁面の少なくとも一部に、第2の圧電素子を有することを特徴とする小型ポンプ。

【請求項11】 前記第2の圧電素子は、前記ダイアフラムに貼り合わされた圧電素子に印加される電圧に同期した電圧で駆動されることを特徴とする請求項10に記載の小型ポンプ。

【請求項12】 液体の温度が上昇すると前記ポンプ室内の容積を減少させるように前記第2の圧電素子に電圧が印加されることを特徴とする請求項10に記載の小型ポンプ。

【請求項13】 前記ダイアフラムに貼り合わされた前記圧電素子に印加する駆動信号より高周波数の駆動信号を前記第2の圧電素子に印加することを特徴とする請求項10に記載の小型ポンプの駆動方法。

【請求項14】 圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、前記ポンプ室の壁面の少なくとも一部に、形状記憶合金が取り付けられていることを特徴とする小型ポンプ。

【請求項15】 前記形状記憶合金は、液体の温度が上昇すると前記ポンプ室内の容積を減少させるように変形することを特徴とする請求項14に記載の小型ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷却システムに用いることができるダイアフラム型の小型ポンプ及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 PZTのような圧電素子をダイアフラムに適用することで超小型化を図ったダイアフラム型小型ポンプが提案されている。図15(A)及び図15

的とする。

[0 0 1 0]

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は以下のように構成される。

【0011】本発明の小型ポンプの駆動方法は、圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室内に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプを駆動する方法であって、前記吸込弁より液体を前記ポンプ室内に導入し、前記吐出弁より排出するように前記ダイアフラムを往復運動させるための通常駆動信号と、これより高周波数の駆動信号とを前記圧電素子に印加することを特徴とする。

【0012】これにより、ポンプ室内に混入した気泡を液中に溶解したり、ポンプ外に排出したりする事により、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を改善することができる。

【0013】次に、本発明の第1の小型ポンプは、圧電素子が貼り合わせられて、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、更に、前記ポンプ室の内壁面の少なくとも一部に空気体を備えることを特徴とする。

【0014】これにより、ポンプ室内に混入した気泡をポンプ外に排出する事により、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を改善することができる。

【0015】本発明の第2の小型ポンプは、圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行

なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、更に、前記小型ポンプに液体が流入する吸込口と、前記小型ポンプから液体が流出する吐出口と、前記吸込口と前記吸込弁との間の吸込室と、前記吐出口と前記吐出弁との間の吐出室と、前記吸込弁と前記吸込室との間に設けられた微孔を有するフィルタを有し、前記吸込室と前記吐出室とが貫通孔により接続されていることを特徴とする。

【0016】これにより、ポンプ室内への気泡の混入を防止する事により、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を防止することができる。

【0017】本発明の第3の小型ポンプは、圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室

と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、前記ポンプ室の内壁面の少なくとも一部が窒素吸着材からなることを特徴とする。

【0018】これにより、ポンプ室内に混入した気泡を窒素吸着剤に吸収させる事により、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を改善することができる。

【0019】本発明の第4の小型ポンプは、圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、前記ポンプ室の壁面の少なくとも一部に、第2の圧電素子を有することを特徴とする。

【0020】これにより、ポンプ室内に混入した気泡をポンプ外に排出したり、液中に溶解したりする事により、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を改善することができる。

【0021】本発明の第5の小型ポンプは、圧電素子が貼り合わされてなり、前記圧電素子により往復運動を行なうダイアフラムと、前記ダイアフラムの往復運動によって内部の液体に対して加圧及び減圧を行なうポンプ室と、前記ポンプ室に液体を導入する吸込弁と、前記ポンプ室内の液体を吐出する吐出弁とを備えた小型ポンプであって、前記ポンプ室の壁面の少なくとも一部に、形状記憶合金が取り付けられていることを特徴とする。

【0022】これにより、ポンプ室内に混入した気泡をポンプ外に排出する事により、気泡混入によるポンプの流量特性の劣化を改善することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0024】図1は、本発明の第1の実施の形態の小型ポンプの断面図である。図2は、本発明の第1の実施の形態の小型ポンプの駆動回路の基本構成図である。図3（A）は、通常のポンプ動作を行なうために印加される通常駆動信号の波形図、図3（B）、本発明の第1の実施の形態において小型ポンプに印加される駆動信号の波形図である。

【0025】図1において、1は弾性シム板、2は圧電素子、3はダイアフラム、4は筐体、5は吸込口、6は吐出口、7は吸込ノズル、8は吐出ノズル、9は吸込弁、10は吐出弁、11はポンプ室である。

【0026】表裏面に電極（図示せず）が形成された薄板状の圧電素子2が弾性シム板1の片面に貼り合わされてダイアフラム3が構成される。圧電素子2の表裏の電極間に電気信号が印加することにより、ダイアフラム3にたわみ振動（往復運動）を励振させる。ダイアフラム

3はポンプ室11の内壁面の一部を構成しており、ダイアフラム3の振動によりポンプ室11内の容積が変化し、内部の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時には、液体の圧力により吸込弁9は閉塞し、吐出弁10は開放して、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吐出弁10は閉塞し、吸込弁9は開放して、ポンプ室11内に液体が流入する。以上の流れを連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポンプ動作を実現している。

【0027】本実施の形態の小型ポンプは容積変化型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって内部の液体の圧力が上昇するべきであるのに、気泡が存在することより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れを発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難になるという問題がある。

【0028】この問題を解決するために、本実施の形態は、ポンプ室11内に混入した気泡を消滅させる小型ポンプの駆動方法を提供する。

【0029】図2は、本実施の形態にかかる小型ポンプの駆動方法を実現するための駆動回路の基本構成の一例を示したブロック図である。図2において、21は周波数可変発振器、22は増幅器、23は圧電素子、24は第1の電極、25は第2の電極、26は制御信号発生器である。

【0030】周波数可変発振器21で形成された基本信号は、増幅器22で昇圧され、ダイアフラムを構成する圧電素子2の表裏面に形成された第1、第2の電極24、25間に印加される。

【0031】さらに、周波数可変発振器21は、制御信号発生器26により制御され、一定間隔で、2つの周波数を交互に発生する。通常の圧電ポンプは、図3（A）に示すように、一定周波数の正弦波、矩形波、又はこれらに類する信号（「通常駆動信号」）で駆動される。ところが、本実施の形態の圧電ポンプは、図3（B）に示すように、従来と同様の通常駆動信号と高周波数信号とが一定時間で切り換えられた信号により駆動される。ポンプ駆動期間内では、従来のポンプ駆動信号と同様の周波数のポンプ駆動のための信号（「通常駆動信号」）を印加してダイアフラムを駆動し、ポンプ動作を実現している。一方、気泡排出期間内では、上記ポンプ駆動期間内に印加する通常駆動信号より高周波数の駆動信号を印加してダイアフラムを駆動し、ポンプ室11内に混入した気泡を粉砕し、消滅させる。

【0032】液体中の気泡を消滅させる方法として、液体中で気泡の滞在時間を長くする方法や、液体中で気

泡を移動させる方法などが知られている。本実施の形態では気泡に高周波数の振動を印加することにより気泡を振動させることで、液体中で気泡を移動させることと同様の条件を作り出している。これにより、ポンプ室11内に混入した気泡は高周波数振動により液体中に溶け込み、ポンプ室11内の気泡量を大幅に削減する事ができる。

【0033】さらに、本実施の形態では、周波数の異なる2つの駆動信号を交互に印加することにより、ポンプ特性の低下の防止効果を得ている。従って、気泡排出期間に印加する高周波数駆動信号の周波数を人間の可聴域以上に設定する事により、高次成分を含んだ矩形波で駆動する場合に比べて、静穏動作を実現することが出来る。

【0034】以上の構成により、圧電ポンプの気泡混入による特性劣化を低減することができ、高性能のポンプ駆動を実現することが出来る。

【0035】さらに、上記の例ではダイアフラム3を通常駆動信号と高周波数駆動信号とで交互に駆動することにより、ダイアフラム3に、液体を加圧/減圧するための動作と気泡を消滅させるための動作との両方を行なわせているが、本発明はこのような構成に限定されない。例えば、ダイアフラム3とは別に後述する第6の実施の形態のようにポンプ室内に圧電振動子（図1内の第2の圧電素子18）を配置し、該圧電振動子を高周波駆動信号で駆動して気泡の消滅動作を行なわせても良い。

【0036】（第2の実施の形態）以下、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0037】図4（A）は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの駆動回路の基本構成図、図4（B）は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの駆動信号の概略図、図4（C）は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの別の駆動信号の概略図である。図5（A）は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの別の駆動回路の基本構成図、図5（B）は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの更に別の駆動信号の概略図である。図4（A）、図5（A）において図2と同一の機能を有する構成要素には同一の記号を付して、それらについての詳細な説明を省略する。

【0038】本実施の形態の小型ポンプも第1の実施の形態と同様の動作原理で、圧電素子2の表裏面に形成した電極間に電気信号を印加することにより、弾性シム材1と圧電素子2よりなるダイアフラム3にたわみ振動を励振する。この振動により、ポンプ室11内の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時、液体の圧力により吐出弁10は開放し、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、逆に減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吸込弁9が開けられ、ポンプ室11内に液体が流入していく。以上の動作を連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポ

ンプ動作を実現している。

【0039】本実施の形態の小型ポンプは容積変化型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって液体の圧力が上昇すべきであるのに、気泡が存在することにより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れが発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難になるという問題がある。

【0040】この問題を解決するために、本実施の形態は、ポンプ室11内に流入した気泡を排出させる小型ポンプの駆動方法を提供する。

【0041】通常、ポンプ室11内では、吸込弁9から吐出弁10に向かって液体が直線的に流れる。このため、吸込弁9の吐出弁10とは反対側の部分やポンプ室11の周辺部分には淀みが発生し、ポンプ室11内に混入した気泡は、淀み部分に定着してしまうという現象があった。そこで、本実施の形態では、吸込弁9から吐出弁10に向かう液体の直線的な流れを乱し、ポンプ室11内に生じる淀みをなくすることでポンプ室11内の気泡をポンプ室11外に排出する。

【0042】図4（A）は、本実施の形態にかかる小型ポンプの駆動方法を実現するための駆動回路の基本構成の一例を示したブロック図である。図中、27は発振器である。

【0043】正弦波の基本信号に高調波成分が付加された信号が発振器27で形成され、増幅器22で昇圧され、ダイアフラムを構成する圧電素子2の表裏面に形成された第1、第2の電極24、25間に印加される。これにより、小型ポンプのダイアフラム3が励振される。

【0044】第1、第2の電極24、25間に印加される小型ポンプの駆動信号は、図4（B）に示すように高調波成分を多く含む正弦波である。この駆動信号の基本周波数は、従来のポンプ駆動信号と同様の周波数である。一方、駆動信号のうちの高調波成分はダイアフラムの高次振動モードの共振周波数と一致するように設定されている。従って、ダイアフラムは通常のポンプ動作を行なうための振動に加えて、高次共振も同時に励振されるので、ポンプ駆動周波数の振動モードと高次の振動モードとが混在した複雑な振動モードで励振される。この振動モードにより、ポンプ室11内では液体の複雑な流れが生じ、ポンプ室内の淀みを少なくすることができ、これにより、ポンプ室11内に混入した気泡は、ポンプ室11内に止まることなく、液体の流れに乗ってポンプ室11外に排出される。

【0045】このように、本実施の形態の駆動方法により、圧電ポンプの気泡混入による特性劣化を低減することができ、高性能のポンプ駆動を実現することが出来

る。

【0046】また、図5(A)に示すような駆動回路を用いても同様の効果が得られる。図5(A)の回路では、周波数可変発振器21で形成された基本信号は、増幅器22で昇圧され、ダイアフラムを構成する圧電素子2の表裏面に形成された第1、第2の電極24、25間に印加される。

【0047】更に、周波数可変発振器21は、制御信号発生器26により制御され、一定間隔で、2つの周波数を交互に発振する。

【0048】図5(B)に、図5(A)の駆動回路が第1、第2の電極24、25間に印加する駆動信号波形を示す。図5(B)に示したポンプ駆動期間内では、従来のポンプ駆動信号と同様の周波数のポンプ駆動のための信号(「通常駆動信号」)を印加してダイアフラムを駆動し、ポンプ動作を実現する。一方、気泡排出期間内では、ダイアフラムの高次振動モードの共振周波数と一致した高周波数の駆動信号を印加してダイアフラムを励振する。このように、図5(A)の駆動回路は図5(B)に示した一定時間間隔で周波数が切り換えられた信号を発生することが出来る。そして、この信号を圧電素子2に入力することにより、ダイアフラムは通常のポンプ動作のための基本振動と高次の共振とを交互に繰り返す、ポンプ室11内の液体に一定時間間隔で複雑な流れを生じさせることによって、淀みの定着を防止してポンプ室11内の気泡を排出する。

【0049】上記から明らかなように、通常のポンプ動作を行なうための基本周波数と、ダイアフラムの少なくとも一つの高次共振周波数とを含む駆動信号を、ダイアフラム3を構成する圧電素子2に印加すれば、本実施の形態の上記効果を得ることができる。従って、本発明は上記の例に限定されない。例えば、図4(C)に示したような矩形波の駆動信号をダイアフラム3を構成する圧電素子2に印加しても良い。図4(C)のような矩形波は、周波数分析をすれば高次共振周波数と同一の周波数成分を含んでいる。そのため、このような矩形波の駆動信号を印加しても、ダイアフラムを通常のポンプ動作のための振動に加えて、高次の共振モードでも励振することができ、上記の効果を得ることができる。更に、図4(C)の矩形波信号は単一周波数の矩形波発振器で生成できるので、非常に簡単な構成の駆動回路を実現できる。

【0050】(第3の実施の形態)以下、本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0051】図6は、本発明の第3の実施の形態の小型ポンプのポンプ室内の内壁面の様子を示した分解斜視図である。図7(A)は、図6に示した小型ポンプのポンプ室内の平面図である。図7(B)は、本発明の第3の実施の形態の別の小型ポンプのポンプ室内の平面図である。図1と同一の機能を有する構成要素には同一の記号

を付して、それらについての詳細な説明を省略し、ここでは新たに付加された機能について説明する。図6、図7(A)、図7(B)において、12aは第1の突起体、12bは第2の突起体である。

【0052】本実施の形態の小型ポンプも第1の実施の形態と同様の動作原理で、圧電素子2の表裏面に形成した電極間に電気信号を印加することにより、弾性シム材1と圧電素子2よりなるダイアフラム3にたわみ振動を励振する。この振動により、ポンプ室11内の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時、液体の圧力により吐出弁10は開放し、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、逆に減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吸入弁9が開けられ、ポンプ室11内の液体が流入していく。以上の動作を連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポンプ動作を実現している。

【0053】本実施の形態の小型ポンプは容積変換型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって液体の圧力が上昇すべきであるのに、気泡が存在することにより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れが発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難になるという問題がある。

【0054】この問題を解決するために、本実施の形態は、ポンプ室11内に流入した気泡を排出させることができる小型ポンプを提供する。

【0055】通常、ポンプ室11内では、吸入弁9から吐出弁10に向かって液体が直線的に流れる。このため、吸入弁9の吐出弁10とは反対側の部分やポンプ室11の周辺部分には淀みが発生し、ポンプ室11内に混入した気泡は、淀み部分に定着してしまうという現象があった。そこで、本実施の形態では、吸入弁9から吐出弁10に向かう液体の直線的な流れを乱し、ポンプ室11内に生じる淀みをなくすることでポンプ室11内の気泡をポンプ室11外に排出する。これを実現するために、図6及び図7(A)に示すように第1の突起体12aをポンプ室11内に形成している。

【0056】第1の突起体12aにより、ポンプ室11内に淀みが無くなり、吸入弁9より混入した気泡はポンプ室11内に滞留することなく速やかに吐出弁10から流出する。

【0057】以上の構成により、圧電ポンプの気泡混入による特性劣化を低減することができ、高性能ポンプを実現することが出来る。

【0058】なお、ポンプ室内の液体の淀みをなくし気泡を速やかに流出させることができれば、図7(B)の内壁面に形成する突起体の形状は、図6及び図7(A)に

示した第1の突起体12aの様に連続体である必要はなく、図7(B)に図示したように、球状、円柱状、あるいはそれに類した形状の突起体12bでも良い。また、突起体の個数は、ポンプ室内の形状や液体の流れに応じて、1つあるいは複数個設ければよい。また、その高さや大きさ、配置も、ポンプ室内の形状や液体の流れに応じて決定することができる。

【0059】突起体の形状、高さ、及び配置に規則性がない方が、一般に液体の淀みを低減する効果が大きくなるので好ましい。

【0060】さらに、図6、図7(A)、図7(B)に示したような凸状の独立した構造物ではなく、ポンプ室11の内壁面の少なくとも一部を荒くする(凹凸形状を付与する)ことによる突起体を形成しても、同等の効果を得ることが出来る。

【0061】(第4の実施の形態)以下、本発明の第4の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0062】図8は、本発明の第4の実施の形態の小型ポンプの断面図である。図1と同一の機能を有する構成要素には同一の記号を付し、それらについての詳細な説明を省略し、ここでは、新たに付加された機能について説明する。図8において、13はフィルタ、14は貫通孔、15は吸込室、16は吐出室である。

【0063】本実施の形態の小型ポンプも第1の実施の形態と同様の動作原理で、圧電素子2の表裏面に形成した電極間に電気信号を印加することにより、弾性シム材1と圧電素子2よりなるダイアフラム3にたわみ振動を励振する。この振動により、ポンプ室11内の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時、液体の圧力により吐出弁10は開放し、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、逆に減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吸込弁9が開けられ、ポンプ室11内に液体が流入してくる。以上の動作を連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポンプ動作を実現している。

【0064】本実施の形態の小型ポンプは容積変化型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって液体の圧力が上昇すべきであるのに、気泡が存在することにより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れを発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難になるという問題がある。

【0065】この問題を解決するために、本実施の形態は、ポンプ室11内に気泡が流入しにくい小型ポンプを提供する。

【0066】本実施の形態の小型ポンプは、吸込口5より流入した液体が一時的に集められる、吸込弁9の直前

の部屋である吸込室15と吸込弁9との間に、多数の小さな孔が形成されたフッ化ビニリデン樹脂(PVDF)、四フッ化エチレン樹脂(PTFE)、ステンレス鋼(SUS)などよりなるフィルタ13が取り付けられている。さらに、吐出弁10の直後の部屋である吐出室16と吸込室15との間の壁に直径1mm以上の貫通孔14が形成されて、吸込室15と吐出室16とが接続されている。

【0067】図9を用いてフィルタ13の特性を説明する。図9において、縦軸はフィルタ13の表裏の液体の圧力差を、横軸はフィルタの孔径(開口度)を示す。図9の太い実線は、所定の孔径を有するフィルタの両面に液体を充填させ、かつ、片方の側へのみ気泡を混入させた状態において、気泡を混入させた側の圧力を他方の側の圧力より徐々に上昇させていったときに、気泡がフィルタの孔を通過し始める時のフィルタの表裏間の圧力差を示している。図示したように、フィルタの孔径が大きくなると、小さな圧力差でも気泡はフィルタの孔を通過する。従って、図9の太い実線よりも原点に近い側の領域A内の孔径及び圧力差の条件下では気泡はフィルタを通過することができず、太い実線を挟んでこれと反対側の領域B内の孔径及び圧力差の条件下では気泡はフィルタを通過することができる。

【0068】従って、フィルタ13の孔径をポンプが発生する吐出圧力を考慮して適切に選択する事により、ポンプ室11内への気泡の混入を阻止することが出来る。

【0069】このようにしてフィルタ13の通過を阻止された気泡は吸込室15内に蓄えられる。このため、吸込室15内における液体の流路の断面積が見かけ上小さくなり、液体の流速が増加し、吸込室15内の圧力が増加する。ところが、吐出室16内の圧力は変化しない。従って、吸込室15内に蓄えられた気泡は、貫通孔14を通過して吐出室16に流入し、ポンプが生ずる液体の流れに乗って、ポンプ外に流出する。

【0070】上記の例では、ポンプ室11の入口にある吸込弁9の直前にフィルタ13を設けている。従って、例えば、小型ポンプの直前(例えば、吸込口5よりも上流側)にフィルタを設けた場合に比べて、ポンプ室11とフィルタ13との間の距離を極限まで短くすることができる。その結果、ポンプ室11内に混入する気泡も極限まで少なくすることができ、これにより、圧電ポンプに気泡混入しても流量特性の变化しない高性能な小型ポンプを提供することができる。

【0071】(第5の実施の形態)以下、本発明の第5の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0072】図10は、本発明の第5の実施の形態の小型ポンプの断面図である。図1と同一の機能を有する構成要素には同一の記号を付し、それらについての詳細な説明を省略し、ここでは、新たに付加された機能について説明する。図9において、17は窒素吸着部である。

【0073】本実施の形態の小型ポンプも第1の実施の形態と同様の動作原理で、圧電素子2の表裏面に形成した電極間に電気信号を印加することにより、弾性シム材1と圧電素子2よりなるダイアフラム3にたわみ振動を励振する。この振動により、ポンプ室11内の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時、液体の圧力により吐出弁10は開放し、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、逆に減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吸込弁9が開けられ、ポンプ室11内に液体が流入してくる。以上の動作を連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポンプ動作を実現している。

【0074】本実施の形態の小型ポンプは容積変化型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって液体の圧力が上昇すべきであるのに、気泡が存在することにより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れを発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難となるという問題がある。

【0075】この問題を解決するために、本実施の形態は、ポンプ室11内に混入した気泡を取り除くことができる小型ポンプを提供する。

【0076】本実施の形態の小型ポンプは、ポンプ室11内に、空素を吸着する空素吸着部17が設けられている。この空素吸着部17は、ポンプ室11内に混入した気泡の主成分である空素を吸着することにより、気泡量を削減する。これにより、圧電ポンプの気泡混入による特性劣化を改善し、高性能な小型ポンプを提供することができる。

【0077】ここで、空素吸着部17の材料としては、空素吸着特性を有しておれば特に限定されないが、一例としては、微細孔吸着材カーボン、タングステン単結晶などを用いることができる。

【0078】なお、図10では、ポンプ室11の内壁面のうち、吸込弁9と吐出弁10との間の領域に空素吸着部17を設けている。これは、この領域は気泡が通過する確率が最も大きい領域であるためであるが、ポンプ室11内の他の場所に設置しても、上述した本実施の形態の効果を期待できることは言うまでもない。

【0079】（第6の実施の形態）以下、本発明の第6の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0080】図11は、本発明の第6の実施の形態の小型ポンプの断面図である。図12は、図11の部分XIIの部分拡大断面図である。図1と同一の機能を有する構成要素には同一の記号を符し、それらについての詳細な説明を省略し、ここでは、新たに付加された機能について説明する。図11において、18は第2の圧電素子で

ある。

【0081】本実施の形態の小型ポンプも第1の実施の形態と同様の動作原理で、圧電素子2の表裏面に形成した電極間に電気信号を印加することにより、弾性シム材1と圧電素子2よりなるダイアフラム3にたわみ振動を励振する。この振動により、ポンプ室11内の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時、液体の圧力により吐出弁10は開放し、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、逆に減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吸込弁9が開けられ、ポンプ室11内に液体が流入してくる。以上の動作を連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポンプ動作を実現している。

【0082】本実施の形態の小型ポンプは容積変化型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって液体の圧力が上昇すべきであるのに、気泡が存在することにより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れを発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難となるという問題がある。

【0083】この問題を解決するために、本実施の形態の小型ポンプでは、ポンプ室11内に少なくとも1個の第2の圧電素子18が取り付けられている。この第2の圧電素子18は、外部からの信号により図12に示すように矢印の方向に伸縮する。これにより、ポンプ室11の容積を変化させる。この圧電素子の分極方向は、電極の位置と変位の方向により、一義的に決定される。この第2の圧電素子18を積層構造とすることにより、駆動信号を低電圧化することができる。

【0084】例えば、本発明の小型ポンプを冷却システムの冷媒循環の駆動源として使用した場合、小型ポンプのポンプ室11内に気泡が混入すると、ポンプ特性が低下して、冷却システムの冷却能力が低下し、被冷却対象物（例えば、コンピュータの中央処理装置（CPU））の温度が上昇する。従って、被冷却対象物の温度を監視することでポンプ室11内の気泡の混入を検知することが可能である。また、被冷却対象物の温度上昇量と気泡混入量とは相関関係がある。

【0085】本実施の形態の小型ポンプでは、被冷却対象物の温度上昇を検知すると、第2の圧電素子18に電圧を印加して、ポンプ室11の容積を小さくする。この結果、ポンプ室11内の加圧時の圧力が上昇して、ポンプ室11内の液体の排出能力が向上し、混入していた気泡は液体とともにポンプ室11の外に排出される。これにより、ポンプの流量特性の回復が実現できる。このとき、被冷却対象物の温度上昇量に応じて第2の圧電素子18に印加する電圧を調整しポンプ室11内の容積の減

少量を調整することで、ポンプ室11内の気泡の混入量に応じた的確な動作を行なうことができ、また、第2の圧電素子18に必要かつ最小限度の電圧を印加することが出来るので無駄な電力消費をなくすることができる。

【0086】あるいは、被冷却対象物の温度上昇を検知すると、ダイアフラム3の圧電素子2に印加する駆動信号に同期した駆動信号を第2の圧電素子18に印加しても良い。この場合、ポンプ室11内は、ダイアフラム3による加圧/減圧に加えて第2の圧電素子18によっても加圧/減圧される。このため、ポンプ室11内の圧力変化量が大きくなり、加圧時の液体の吐出流量が増大し、ポンプ室11内に混入していた気泡は液体とともにポンプ室11の外に排出される。これにより、ポンプの流量特性の回復が実現できる。また、第2の圧電素子18に常時駆動電圧を印加する上記の回復方法と異なり、断続的な駆動電圧を印加するので、第2の圧電素子18を駆動するための電力消費量を低減することが出来る。

【0087】上記の説明では、第2の圧電素子18の駆動を、冷却対象物の温度を監視して行なっているが、液体の温度を監視して行なうこともできる。液体の温度が上昇すると空気の溶解度が低下して、気泡が発生しやすくなる。

【0088】以上のように、本実施の形態により、気泡が発生しても流量特性を維持することのできる小型ポンプを実現することが出来る。

【0089】上記の説明では第2の圧電素子18を直方体形状としたが、本発明はこの形状に限定されず、円柱形状など他の各種形状であっても上記の効果を得ることができる。

【0090】さらに、上記の説明では第2の圧電素子18をポンプ室11の側壁に設置した例を示したが、ポンプ室11の容積を変化させることができれば、何処に設置しても、上記と同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0091】また、上記の説明では、第2の圧電素子18として圧電素子単体を使用したか、圧電素子と弾性薄板よりなるパイル素子の原理を利用した素子を取り付けても同様の効果が得られる。

【0092】(第7の実施の形態) 以下、本発明の第7の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0093】図13は、本発明の第7の実施の形態の小型ポンプの断面図である。図14(A)、図14(B)は、本発明の第7の実施の形態の小型ポンプの一部の拡大断面図である。図1と同一の機能を有する構成要素には同一の記号を付し、それらについての詳細な説明を省略し、ここでは、新たに付加された機能について説明する。図13において、19aは形状記憶プレート、19bは吸込弁9及び吐出弁10が設けられた弁ユニット部材である。

【0094】本実施の形態の小型ポンプも第1の実施の

形態と同様の動作原理で、圧電素子2の表裏面に形成した電極間に電気信号を印加することにより、弾性シム材1と圧電素子2よりなるダイアフラム3にたわみ振動を励振する。この振動により、ポンプ室11内の液体に対して加圧と減圧とが繰り返される。加圧時、液体の圧力により吐出弁10は開放し、ポンプ室11内の液体は吐出弁10より流れ出る。また、逆に減圧時には、ポンプ室11内の液体の負圧により吸込弁9が開けられ、ポンプ室11内に液体が流入してくる。以上の動作を連続して繰り返すことにより、本実施の形態の小型ポンプはポンプ動作を実現している。

【0095】本実施の形態の小型ポンプは容積変化型のポンプである。本方式のポンプにおいては、ポンプ室11内に混入した気泡は、ダイアフラム3のストロークがポンプ室11内の圧力上昇に変換されるのを妨げる。すなわち、ポンプ室11内の容積の縮小によって液体の圧力が上昇すべきであるのに、気泡が存在することにより液体の加圧が十分に行なわれず、液体の流れを発生させる原理であるポンプ室11内の高圧化を実現出来なくなり、ポンプ特性を維持することが困難となるという問題がある。

【0096】この問題を解決するために、本実施の形態の小型ポンプでは、ポンプ室11内に少なくとも1個の形状記憶合金よりなる形状記憶プレート19aが取り付けられている。形状記憶プレート19aは、略円形平板状であり、図14(A)に示すように、その周囲部分でポンプ室11の内壁面を構成する弁ユニット部材19bに固定されている。形状記憶プレート19aは高温時

(T_0 ℃とする)には、中央をドーム状に膨らませる変形が記憶されている。これにより、ポンプ室11内を流れる液体の温度が低温域(代表して、温度を T_1 ℃とする)のとき、形状記憶プレート19aは、図14(A)のように平板状態となり、液体の温度が高温域(代表して、温度を T_2 ℃とする。 $T_2 > T_0 > T_1$)では、図14(B)のようにドーム状に膨らむ。

【0097】このように、この形状記憶プレート19aは、温度変化によって変形し、ポンプ室11の容積を変化させる。

【0098】流れる液体やポンプ周辺の温度が徐々に上昇すると、液体に対する空気の溶解度は徐々に小さくなり、飽和溶解度を超えると急激に気泡が発生する。本実施の形態では、形状記憶合金からなる形状記憶プレート19aをポンプ室11内に設置し、液体温度が一定温度を超えるとポンプ室11内の容積を小さくする。この結果、ポンプ室11内の加圧時の圧力が上昇して、ポンプ室11内の液体の排出能力が向上し、混入していた気泡は液体とともにポンプ室11の外に排出される。これにより、ポンプの流量特性の回復が実現できる。

【0099】液体中の空気の溶解量に対応する飽和溶解度を示す温度を、形状記憶プレート19aの変形温度で

あるT0℃に設定することにより、外部から制御する事なしに気泡が混入しても流量特性を維持することのできる小型ポンプを実現することが出来る。

【0100】なお、上記の説明では形状記憶プレート19aを弁ユニット部材19bとバイモルフ構造を構成するように取り付けているが、本発明はこの構造に限定されるものではない。

【0101】また、上記の説明では形状記憶プレート19aを弁ユニット部材19bの表面に設置したが、設置場所はこれに限定されず、ポンプ室11内の容積を変化させることができれば、ポンプ室11内の他の場所に設置しても良い。

【0102】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、圧電素子が貼り付けられたダイアフラムを備え、圧電素子によって駆動されるダイアフラムによるポンプ室の容積変化を利用した小型ポンプにおいて、ポンプ室内に気泡が混入するのを防止することにより、又はポンプ室内に混入した気泡を消失又は排出することにより、流量特性の低下の少ない小型ポンプ及び駆動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の小型ポンプの断面図。

【図2】本発明の第1の実施の形態の小型ポンプの駆動回路の基本構成図。

【図3】図3(A)は、通常のポンプ動作を行なうために印加される通常駆動信号の波形図、図3(B)、本発明の第1の実施の形態において小型ポンプに印加される駆動信号の波形図。

【図4】図4(A)は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの駆動回路の基本構成図、図4(B)は、本発明の第2の実施の形態において小型ポンプに印加される駆動信号の波形図、図4(C)は、本発明の第2の実施の形態において小型ポンプに印加される別の駆動信号の波形図。

【図5】図5(A)は、本発明の第2の実施の形態の小型ポンプの別の駆動回路の基本構成図、図5(B)は、本発明の第2の実施の形態において小型ポンプに印加される更に別の駆動信号の波形図。

【図6】本発明の第3の実施の形態の小型ポンプのポンプ室内の内壁面の様子を示した分解斜視図。

【図7】図7(A)は、図6に示した小型ポンプのポンプ室内の平面図、図7(B)は、本発明の第2の実施の

形態の別の小型ポンプのポンプ室内の平面図。

【図8】本発明の第4の実施の形態の小型ポンプの断面図。

【図9】本発明の第4の実施の形態の小型ポンプに使用されるフィルタの気泡通過特性を示した図。

【図10】本発明の第5の実施の形態の小型ポンプの断面図。

【図11】本発明の第6の実施の形態の小型ポンプの断面図。

【図12】図11の部分XIIの部分拡大断面図。

【図13】本発明の第7の実施の形態の小型ポンプの断面図。

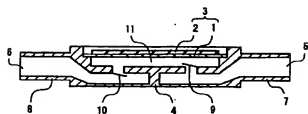
【図14】図14(A)、図14(B)は、本発明の第7の実施の形態の小型ポンプの部分拡大断面図。

【図15】従来のダイアフラム型小型ポンプの構造とポンプ動作を示した断面図であり、図15(A)は吸込時、図15(B)は吐出時を示す。

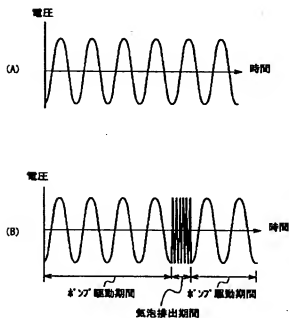
【符号の説明】

- 1 弾性シム板
- 2 圧電素子
- 3 ダイアフラム
- 4 筐体
- 5 吸込口
- 6 吐出口
- 7 吸込ノズル
- 8 吐出ノズル
- 9 吸込弁
- 10 吐出弁
- 11 ポンプ室
- 12 a 第1の突起体12b 第2の突起体
- 13 フィルタ
- 14 貫通孔
- 15 吸込室
- 16 吐出室
- 17 窒素吸着部
- 18 第2の圧電素子
- 19 a 形状記憶プレート
- 19 b 弁ユニット部材
- 21 周波数可変発振器
- 22 増幅器
- 24 第1の電極
- 25 第2の電極
- 26 制御信号発生器
- 27 発振器

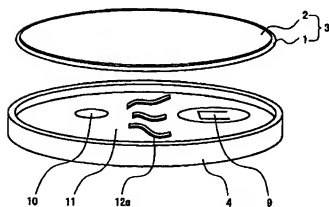
【図 1】



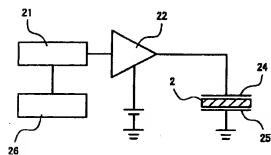
【図 3】



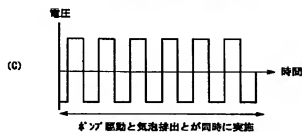
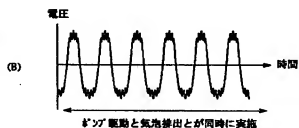
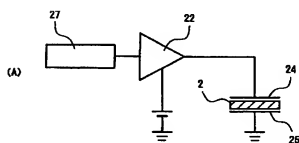
【図 6】



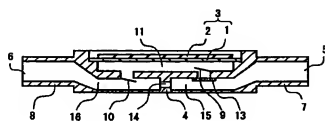
【図 2】



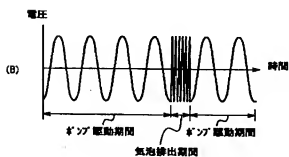
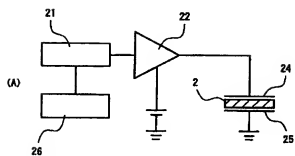
【図 4】



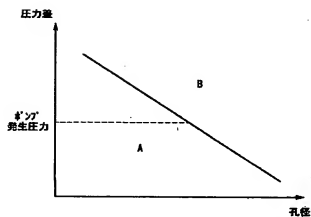
【図 8】



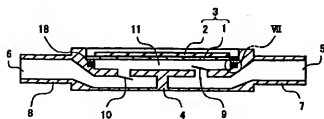
【図 5】



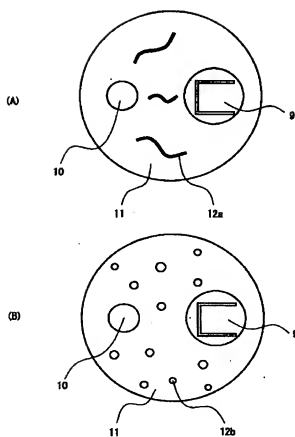
【図 9】



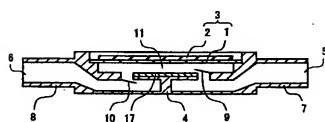
【図 11】



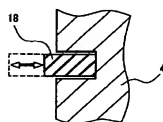
【図 7】



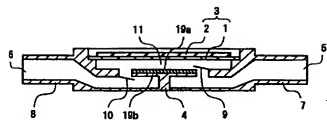
【図 10】



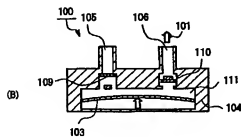
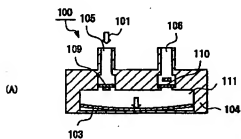
【図 12】



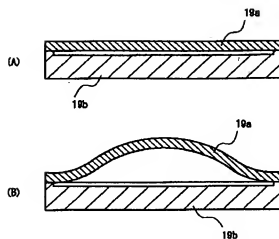
【図 13】



【図 15】



【図 14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3H077 AA01 CC02 DD06 EE01 EE25
 FF03 FF06 FF12 FF21 FF36
 5D107 AA04 AA14 BB06 CC02 CD05
 FF09